

重クロム酸カリウム含有水の ヒブナに与える影響について

田 村 通 和

I 緒 言

著者は先に公害に指定されている 6 価クロムを除去する方法¹⁾ について述べたのであるが、6 価クロムが実際に生体にいかなる影響を及ぼすものであるかについて実験的に検索し、その結果に考察を加えるべく本実験を計画した。

生体材料として金魚，ラット，ウサギなどを使用したが本報では魚として金魚（ヒブナ）について実験した結果を報告する。

水質汚濁防止法は水質保全の目的で定められ、その汚濁因子のうちには石油系油分，シアン，全クロム，フェノール，アルキル水銀，有機磷，カドミウム，鉛，ヒ素，総水銀，6 価クロムがあげられたのである。²⁾ そのうちクロムの公害病は未だ一般に知られてはいないが、工業用として多量に使用されるものである。金属クロムは合金となし高速度鋼，耐摩鋼，不銹鋼，発熱材などとして建築材，食器，機械，工具などに，クロム化合物では重クロム酸カリウムがあり，実験研究，有機合成，酸化反応，香料，皮革，メッキ，電鍍，化学洗滌などに使われる。ときには誤飲されたり自殺に使われて生命に危険をもたらすものである。また粉塵としてセメントがその製造原料中に，またはその過程で 6 価クロムが混入し，そのため皮膚潰瘍やゼンソクなどを発生させることがあるという。⁴⁾ しかしその発生機序の解明は充分でなく，治療法や予防法も知られていない。このような状況にかんがみ 6 価クロムの生体への影響について研究することが必要であると考えられる。このような観点からまず実験的に 6 価クロムによる急性毒性実験を行なったところ，規準値を越える高濃度では確実に影響を及

ぼすことが判明したので報告するものである。

Ⅱ 実 験 材 料

- 1) 重クロム酸カリウム（試薬特級）
- 2) 無熱純水（以下純水と略す）
- 3) ヒブナ（明2年）市販もの
- 4) 飼育水槽（熱帯魚用装置一式付）（以下水槽と略す）
- 5) 飼料（エンゼルフィッシュ用）
- 6) 組織製作一式
- 7) E R G装置一式

Ⅲ 実 験 方 法

1) 健 康 群

水槽に純水を入れ、ミネラルを加え、20℃に保ち、2～3日を経ってから市販ヒブナを入れて観察した。

飼は1日1回とし、1週間後異状を認めないものを残して、一群5匹にした。実験群と同様に観察し、同日に比較すべく組織検索に供するため殺した。

2) 実 験 群

重クロム酸カリウムを $10\text{mg}/\ell$ 、 $50\text{mg}/\ell$ 、 $100\text{mg}/\ell$ 、 $300\text{mg}/\ell$ 、 $1000\text{mg}/\ell$ 、 $3000\text{mg}/\ell$ 、 $10000\text{mg}/\ell$ になるように調整した液を水槽に満して健康群と同じ条件下に健康ヒブナ5匹宛を入れて観察した。高濃度の群から死に始めるため死直前に殺し、組織検索に付した。

3) 肉 眼 的 観 察

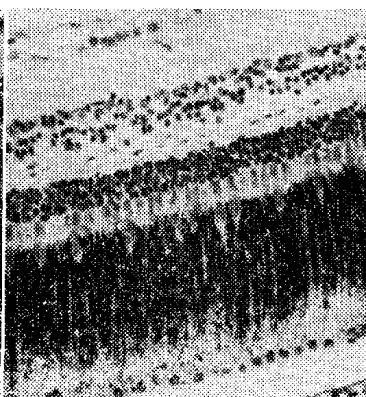
健康群と照し合せて、その著明な変化を観察し、その特長を写真にとり、記録した。

4) 組 織 検 索

肉眼的観察において著変がみられる群および健康群について、直ちに水槽より取り出し、生存中に臓器を摘出し、固定して、前報と同様の方法で



第1図㊶
健康網膜



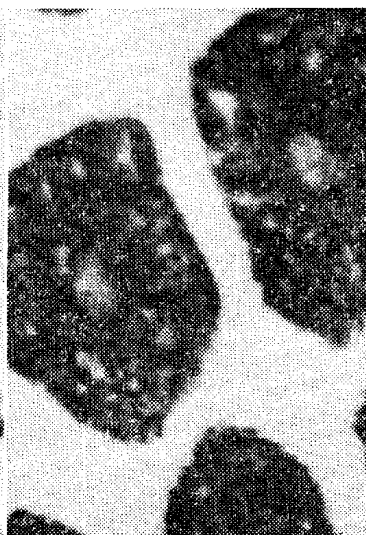
第1図㊷
100mg/ℓ 網膜



第1図㊸
3000mg/ℓ 網膜色素層



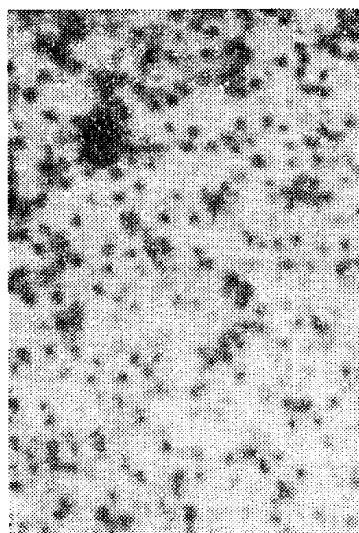
第2図㊶
健康鰓



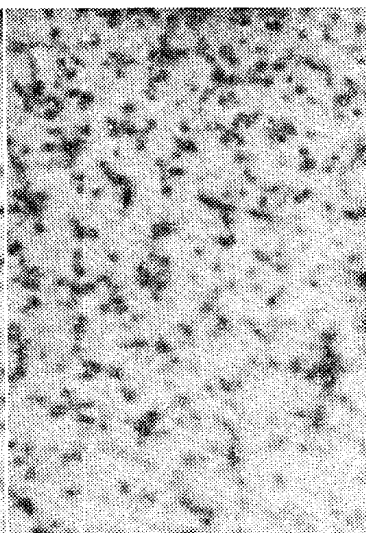
第2図㊷
100mg/ℓ 鰓



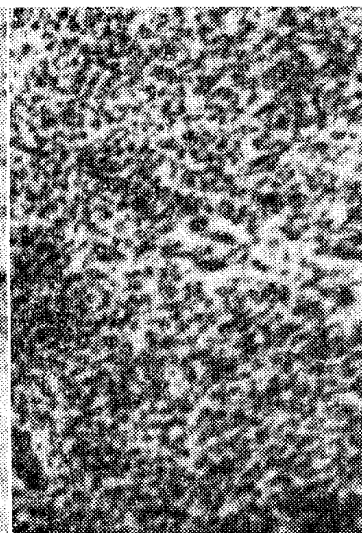
第2図㊸
3000mg/ℓ 鰓



第3図㊶
健康肝臓



第3図㊷
100mg/ℓ 肝臓



第3図㊸
3000mg/ℓ 肝臓

組織片標本を製作した。染色法として H. E 染色，PAS 染色，脂肪染色などを用いた。

Ⅳ 実 験 成 績

1) 肉眼的観察成績

① 3000mg/ℓ 以上の高濃度の場合

10000mg/ℓ 以上ではヒブナを入れると数分～数十分で死に到る。

3000mg/ℓ 以上でも数時間内に死亡する。いずれも死因は呼吸不全と考えられ，水槽から飛び出ようとあがき悶える。また水面を泳ぎ廻り空気呼吸をしようとしている。飼は食べようとしない。また体表よりぬめりが多く水中に遊離される。腹を上にするもの，平衡を失なって横たおれとなるものなどがあり，死に到る。

② 100mg/ℓ 前後の濃度の場合

この濃度の場合魚は生存し，飼を摂取することもある。しかし次第に衰弱して，死亡する。液の濃度が日を経るに従って緑色となるので 6 価クロムそのものは次第に低濃度となり，その影響は弱くなるが，すでに与えられた組織障碍のため，1 カ月程で死ぬものが多い。若いものほど抵抗力は大きい。

③ 10mg/ℓ 以下の場合

10mg/ℓ 以下では非常に長い期間生存する。しかし影響がないとは云い難い。

2) 組織学的成績

死後変化を避けるため，30分，60分，6 日および死直前に殺して，各部臓器を摘出してホルマリン固定，ブアン固定，アルコール固定に付し，数日後常法に従って脱水，包埋，薄切および染色を行って，光顕的に検索した。

① 3000mg/ℓ の場合

網膜は萎縮が強く，各層の荒廃がみられ。とくに内顆粒層に著明である。神経節細胞，視細胞，脈絡膜などが強い変性を受けている。

肉眼的観察で呼吸器の変化を想定したように、鰓の構成細胞が崩壊している。

肝臓は対照に比べ著しく萎縮し、糖質の貯蔵も少ない。

腸はその絨毛より部分的に出血があり、非常に粗となっている。

㊦ 100mg/ℓ の場合

網膜の組織学的な変化は全体的に軽微であるが視細胞層に退化が観られる。脈絡膜には浸潤がある。

鰓は縦断面では所見に乏しいが、横断面では部分崩壊および粗末化がみられ、各々の鰓弓が不整となっている。

肝臓は少々縮小している。

腸も肥厚がみられる。

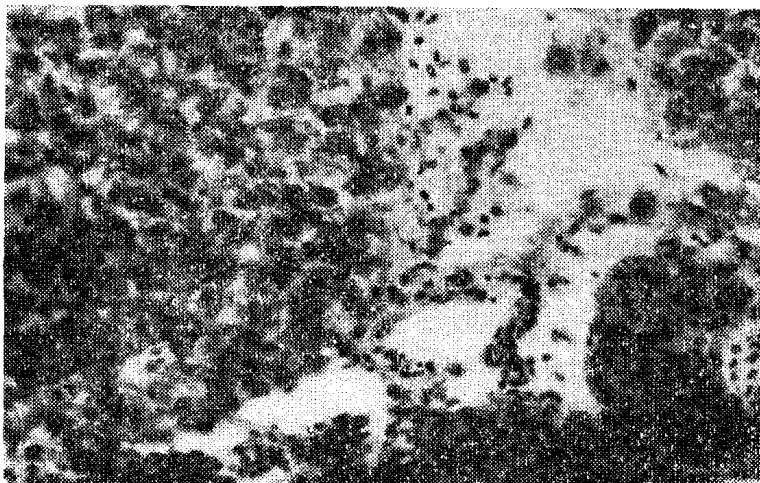
㊧ 10mg/ℓ の場合

網膜は少々各層が粗になり、視細胞層における錐体と桿体の伸長および



第4図 パラフィン包埋断面図矢印の部位は緑色

色素突起の後退が観られる。このことは肉眼的観察において、対光反応鈍化や瞳孔開大などから、視機能低下が伺われた。



第5図 第4図矢印の部位の組織図でエオジン好性

第4図はパラフィン包埋断面であるが→印の部位が緑色になり、クロム塩の特有色を示す。

毒物質の著明な貯蔵部位で肝臓および胆のうの一部であろう。その組織は第5

図に示した，エオジン好性である。

その他の組織所見は軽微であり，長期間生存する。

V 考 察

昭和45年2月におけるニクソン大統領の特別教書の発表を転機として公害防止に関する法令が多数制定された。²⁾

すなわち，公害対策基本法(42. 8. 3)，環境庁設置法(46. 5. 31)，同組織令(46. 6. 30)，大気汚染防止法(43. 6. 10)，鉱山保安法(24. 5. 16)，金属鉱山等保安規則(24. 8. 12)，水質汚濁防止法(45. 12. 25)，排水基準法(46. 6. 21)，下水道法(33. 4. 24)，下水の水質の検定方法に関する省令(37. 12. 17)，水質汚濁に係る環境基準(45. 4. 21)など一部を除いて，45年以降多くの新規則をみることができる。

歴史的には明治中期より足尾鉱山事件，浅野セメント事件，イタイイタイ病事件，カネニ油事件，森永ヒ素入ミルク事件，四日市公害事件，水俣病事件など非常に多くの広域社会事件の発生をみるわけである。³⁾

また，川や海などにおいても，赤潮の発生，魚貝藻類の全滅，悪臭濁水，有害汚泥（ヘドロ）の沈積など多くの事例があって，その影響は直接，間接に人の生活をおびやかしている。そこで著者は前報¹⁾のごとく6価クロムの処理方法を考案したのに次いでその生物への影響を知ろうと，まず実験的研究を行った。

本報はヒブナについて実験を実施したところ以下に述べるように報告に値する新知見が得られたのである。すなわち，重クロム酸塩は成魚に対して呼吸器および消化器をおかし，各臓にも波及して，視力低下をも来たす。これらは6価クロムの強い酸化力が組織を破壊し，各々の臓器で特異な変化を来たすものと解される。濃度の大きい方が変化が強い。 $2000\text{mg}/\ell$ 以上では急激に病変を来たし， $100\text{mg}/\ell$ 以上では数カ月で死に至る。 $10\text{mg}/\ell$ 以下でもその影響を否定し難い。

組織学的には鰓は非常に強い変化を受け，濃度の大きくなるに従って著しくなる。鰓細胞の変性は酸素不足を来たし死に到るものと做される。消化

器に入ったクロムはその粘膜変性を来し、更に他の臓器に波及する。

臨床的にはクロム酸誤飲または自殺のための自飲による中毒、作業場あるいは排水に原因する慢性中毒、セメントなどによる皮膚炎やゼンソク様症状が知られている。

大量嚥下した場合、腐蝕作用と酸化作用のため、コレラ様の下痢、腹痛、疼痛、脈拍小または遅滞、腎障害による血尿、四肢冷却感、黄疽、めまい、呼吸困難、発熱、意識不明、痙攣などで死に至る。死をまぬかれると回復する。少量摂取による慢性中毒では脾臓、骨、腎臓、肝臓にクロムが分布し、潰瘍性胃腸炎、腎機能障害などを起す。剖検によると臓器粘膜に黄色または緑色の痂皮があり、腸粘膜は急性カタル炎、肝臓や心筋は脂肪変性し、腎臓は肥大、尿は血尿や蛋白尿がみられるという。⁵⁾

このような変性の作用機序の1つとして、発生期の酸素の影響を考える必要がある。^{6) 7)}

この発生期の酸素が組織や細胞を腐食することにより、クロム化合物自身は6価より3価になる。

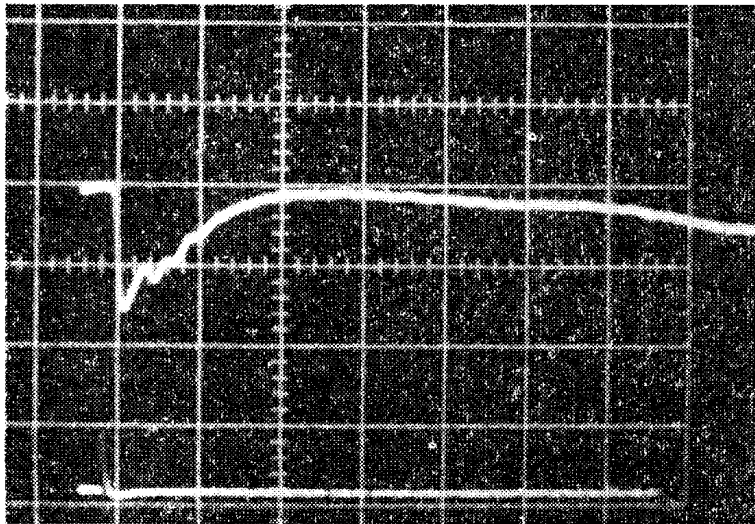
3価のクロム化合物は害がないと云われているが酸化物の存在でまた6価になることもあろう。

また、血液の血色素や鉄と化合した錯塩や複塩などとなって血液中に存在する可能性も考えられ、従って血液の機能が変化することも推察される。

金魚は水槽中で寄生虫、細菌、外傷、その他による疾病にかかることがある。これらの疾病と明らかに鑑別することが必要条件でもある。この立場から低濃度の安全閾での実験は技術的にかなり困難であった。したがって6価クロムの安全閾での実験には更に検討を要すると考えられたので本報では除外した。

1 mg/ℓ 以下ではヒブナの游泳行動に異常を認め難いが 100 mg/ℓ 以上の場合はげしい影響がみられる。動物種や体重などによる影響より、クロム酸の濃度が最も重要視されねばならない。また、淡水魚では塩濃度の影響が想定されるのでカリウム塩以外にもナトリウム塩の場合も検索したがナ

トリウム塩もカリウム塩とほぼ同様の変化が発生し、両実験で殆んど相異がなかった。



第6図 ウサギ 1000mg/ℓ 重クロム飲料後の
ERG 低下の所見

第5図は色ウサギに1000mg/ℓの重クロム酸カリ液を3日間約150cc飲料後のERG所見であって、明らかに低下が見られる。

ERGの低下は視力の低下をも意味することが多く、また一般に網膜または視

神経などの機能の低下をも意味することである。組織検索の結果ともよく一致している。

ヒブナのERGはまだ十分な所見が得られなかったが同様の変化を推察することが出来るので恐らく重クロム酸カリは視力に影響を与えるものと解される。

組織検索からも同様に解することが出来よう。

以上のように大量投与の重クロム酸塩の影響は恐しい病変を発症することが明らかとなったのであるが、規準濃度の0.05mg/ℓ以下でも絶対安全であるとは解しにくいのであって、したがって、食生活には充分注意することが絶対必要条件となるのである。人はその騒ぎの中にいるときには注意しているが騒ぎがおさまれば忘れ勝ちになりやすいがために常にその学習が必要てもあろう。

Ⅵ 結 論

ヒブナを各濃度の重クロム酸カリウム含有水で飼育したところ次のような結果を得た。

1. $10\text{mg}/\ell$ 以下の実験は未だ十分な結果が得られなかったので本報には発表しなかった。
2. $10\text{mg}/\ell$ 以上ではその影響が現われる。
3. $100\text{mg}/\ell$ では中毒症状は明瞭で、組織障害は大きい。
4. $1000\text{mg}/\ell$ 付近まではしばらく生存することができるようであるが組織障害は益々大となる。 $3000\text{mg}/\ell$ 以上では明らかに苦痛を示して、生存できない。組織が壊死するようである。
5. 組織障害は鰓、胃腸、肝臓、腎臓、心臓、脾臓、眼、脳、骨、その他の感覚器などに及び全身的発症を来とし、死の転帰をする。
6. 酸化作用、固定作用、腐食作用などの外に血色素と作用し化合物をつくるようである。
7. まだ充分解明しつくされない部分が多いので食生活には充分の注意を要し、かつ公害源の絶滅に充分な手段を下すべきである。

掲筆するに当り、名市大眼科教室員の協力ならびに愛知県ガンセンター第一病理 松山睦司博士の協力を感謝致します。

文 献

- 1) 田村通和：本誌 第13巻，第3号，201，1972.
- 2) 環境庁総理課：公害六法，S. 47，中央法規。
- 3) 東京都公害局：公害防止管理ハンドブック，S. 47，中央法規。
- 4) 堀口博：公害と毒・危険物，無機，378，S. 46，三共出版。
- 5) 塚元久雄：新裁判化学，266，S. 47，南山堂。
- 6) T. L. Brown：General Chem. 413，1963，C. E. Merrin.
- 7) R. B. Heslop & P. L. Robinson：Inorganic Chem. 657，1967，Elsevier.
- 8) 本城市次郎：動物の感覚，岩波全書 163，岩波書店。